

ANDRZEJ BATOG

Politechnika Wrocławska



ELŻBIETA
STILGER-SZYDŁO

Politechnika Wrocławska

Stateczność skarp nasypów drogowych w ujęciu Eurokodu 7

Zagadnienie stateczności skarp i zboczy jest jednym z ważniejszych problemów budownictwa drogowego. Mamy z nim do czynienia zarówno podczas projektowania nowych konstrukcji jezdni drogowych (posadowionych bardzo często w złożonych i skomplikowanych warunkach geologiczno-inżynierskich), jak również przy ocenie stanu technicznego istniejących modernizowanych obiektów drogowych, a także przy ocenie przyczyn występowania wielu zniszczeń i osuwisk skarp drogowych oraz przy ich zabezpieczeniach. Dążąc do optymalnego projektowania oraz przewidywania zachowania się skarp i zboczy wykorzystuje się wiele metod obliczeniowych oceny ich stateczności.

W grupie teoretycznych metod wymiarowania zboczy opartych na teorii plastyczności dominują metody granicznego stanu naprężenia, oraz inżynierskie metody równowagi granicznej. Teoria stanów granicznych w ujęciu statycznym umożliwia określenie związków między kształtem skarpy, granicznym obciążeniem naziomu i stanem naprężenia w całym masywie. Metoda kinematyczna polega na poszukiwaniu dozwolonych pól prędkości odkształcenia, odpowiadających różnym mechanizmom płynięcia [5].

Metody równowagi granicznej zaliczane są do fundamentalnych metod analizy stateczności skarp i zboczy, stosowanych w praktyce inżynierskiej. Zakłada się w nich występowanie stanu granicznego na pewnych powierzchniach zlokalizowanego poślizgu. Przyjmując pewien mechanizm odkształcenia lub zniszczenia wzdłuż powierzchni poślizgu, analizuje się układ sił związany z tym mechanizmem. Współczesny rozwój metod numerycznych (metoda różnic skończonych *MRS*, metoda elementów brzegowych *MEB*, a przede wszystkim metoda elementów skończonych *MES*) oraz modeli konstytutywnych gruntu, stawia analizy obliczeniowe na czele narzędzi badawczych, stosowanych do rozwiązywania wielu zagadnień brzegowych geotechniki, w tym stateczności skarp i zboczy.

Pomimo wielu badań nie ma kompletnej, ogólnej teorii, którą można by w pełni zastosować do analizy stateczności zboczy. Brakuje przepisów normowych i wytycznych dotyczących projektowania i wykonywania zabezpieczeń budowli ziemnych posadowionych na gruntach słabonośnych, terenach osuwiskowych, czy podłożu górniczym. Nie rozwiązały tych zagadnień wytyczne, Rozporządzenia [8], [9], czy Eurokody [6], [7].

W Polsce po roku 2010, zgodnie z decyzją Komisji Europejskiej, będą obowiązywać jedynie Eurokody oraz normy z nimi zharmonizowane. Eurokod 7 [6], wprowadzając nowe podej-

ścia obliczeniowe do analizy problemów geotechnicznych, w tym do analizy stateczności skarp, podaje szereg zaleceń i wytycznych dotyczących metod analizy stateczności. Nie zawiera jednak kryteriów doboru podejść obliczeniowych oraz wytycznych interpretacji wyników.

Zamierzeniem Autorów niniejszego artykułu jest przeprowadzenie dyskusji na temat sposobów dokonywania ocen stateczności skarp nasypów drogowych oraz interpretacji uzyskanych wyników, bazującej na procedurach wprowadzonych przez Eurokod 7. Z uwagi na obszerność poruszanej problematyki, Autorzy przedstawiają ją w dwóch oddzielnych artykułach.

Poniżej przybliżono:

- podejścia obliczeniowe oceny stateczności skarp nasypów drogowych w ujęciu Eurokodu 7 wraz z opisem zalecanych wartości współczynników częściowych stosowanych w poszczególnych podejściach obliczeniowych;
- dobór właściwej metody „pasków” przyjmowanej do oceny stateczności skarp;
- definicję wskaźnika stateczności w ujęciu Eurokodu 7;
- opis prowadzenia obliczeń numerycznych oceny stateczności skarp.

W kolejnym artykule, który będzie zamieszczony w *Drogo-*wnictwie nr 2/2010, na przykładzie modernizowanej drogi ekspresowej S-8 (na odcinku Wrocław-Syców), zostaną przedstawione wyniki obliczeń numerycznych przeprowadzonych w kilkudziesięciu przekrojach nasypu drogowego, charakteryzującego się dużą zmiennością warunków posadowienia. Uzyskane oceny odniesione zostaną do wymagań dotyczących stateczności skarp stawianych przez przepisy krajowe.

Stateczność skarp nasypów drogowych w ujęciu Eurokodu 7

Podejścia obliczeniowe

Wytyczne Eurokodu 7 [6], dotyczące analizy stateczności skarp są zawarte w rozdziale 11 „Stateczność ogólna”, a zalecenia dotyczące projektowania nasypów w rozdziale 12 „Nasypy”.

W celu przeprowadzenia analizy stateczności skarp nasypów należy sprawdzić stany graniczne *GEO* oraz *STR*, których osiągnięcie wiąże się z utratą stateczności ogólnej masywu gruntowego oraz obiektów towarzyszących (elementów konstrukcyjnych jezdni oraz infrastruktury drogowej), z nadmiernymi przemieszczeniami bądź z przekroczeniem stanu granicznego użytkownika. Stan graniczny typu *GEO* wiąże się z wystąpieniem zniszczenia w masywie gruntowym, na przykład w postaci osuwiska skarpy wykopu, naturalnego zbocza lub skarpy nasypu posadowionego na słabonośnym podłożu. Z kolei stan graniczny typu *STR* dotyczy przypadków wystą-

pienia zniszczenia lub dużych przemieszczeń w maszywie gruntowym wraz z elementami konstrukcyjnymi w nim wykonanymi, na przykład awarie kotwionych ścian oporowych głębokich wykopów, w których powierzchnia zniszczenia przechodzi przez kotwy.

Do analizy stateczności można zastosować jedno z czterech wprowadzonych przez Eurokod 7 podejść obliczeniowych, które różnią się sposobem przyjmowania wartości poszczególnych współczynników częściowych. Współczynniki częściowe zostały ujęte w trzy grupy:

A – współczynniki stosowane do oddziaływań lub ich efektów, obejmujące:

γ_G – współczynnik częściowy do oddziaływań stałych niekorzystnych (powodowanych głównie ciężarem własnym gruntu – nie jest on tożsamy ze współczynnikiem cząstkowym dla ciężaru własnego gruntu γ_γ);

γ_{Gfav} – współczynnik częściowy do oddziaływań stałych korzystnych;

γ_Q – współczynnik częściowy do oddziaływań zmiennych (obciążeń);

M – współczynniki do parametrów gruntu, obejmują:

γ_ϕ – współczynnik częściowy do tangensa kąta tarcia wewnętrznego;

γ_c – współczynnik częściowy do spójności;

γ_γ – współczynnik częściowy do ciężaru objętościowego gruntu;

R – współczynnik $\gamma_{R,e}$ stosowany do oporów występujących na powierzchni poślizgu.

W tabeli 1 zestawiono wartości współczynników częściowych zalecanych przez Eurokod 7 do stosowania w analizie stateczności skarp przy poszczególnych podejściach obliczeniowych.

Tabela 1. Wartości współczynników częściowych zalecanych do stosowania w analizie stateczności skarp

Współczynniki częściowe		Podejścia obliczeniowe			
		1		2 (DA2)	3 (DA3)
		kombinacja 1 (DA1-1)	kombinacja 2 (DA1-2)		
A	γ_G	1,35	1,0	1,35	1,0*
	γ_{Gfav}	1,0	1,0	1,0	1,0
	γ_Q	1,5	1,3	1,5	1,3*
M	γ_ϕ	1,0	1,25	1,0	1,25
	γ_c	1,0	1,25	1,0	1,25
	γ_γ	1,0	1,0	1,0	1,0
R	$\gamma_{R,e}$	1,0	1,0	1,1	1,0

* oddziaływania te traktuje się jako oddziaływania geotechniczne

Metody „pasków” w ujęciu Eurokodu 7

Projektowanie zgodnie z Eurokodem 7 wymaga wykazania, że obliczeniowe skutki oddziaływań E_d są nie większe, niż odpowiadający im obliczeniowy opór R_d :

$$R_d \geq E_d \text{ lub } \frac{R_d}{E_d} \geq 1 \quad (1)$$

Analiza stateczności prowadząca do wyznaczenia minimalnej wartości wskaźnika stateczności F_{min} powinna uwzględniać wartości obliczeniowe parametrów geotechnicznych, oddziaływań i oporów, uzyskiwanych poprzez zastosowanie współczynników częściowych. W powszechnie stosowanych, inżynierskich metodach analizy stateczności (tzw. metodach „pasków”) moment obracający należy traktować jako skutek oddziaływań M_{Ed} , a odpowiadający mu moment utrzymujący – jako opór wobec tych oddziaływań M_{Rd} . Wskaźnik stateczności w ujęciu Eurokodu 7 definiuje zależność:

$$F = \frac{M_{Rd}}{M_{Ed}} = \frac{\sum_{i=1}^n R_{ed,i}}{\sum_{i=1}^n (W_{d,i} + Q_{d,i}) \sin \alpha_i} \geq 1 \quad (2)$$

w której:

$R_{ed,i}$ – obliczeniowy opór gruntu na ścinanie wzdłuż podstawy i -tego bloku (paska),

α_i – kąt nachylenia podstawy i -tego bloku do poziomu,

$W_{d,i}$ – obliczeniowy ciężar i -tego bloku,

$Q_{d,i}$ – obciążenie zewnętrzne przyłożone do i -tego bloku.

Przy takim podejściu minimalny wskaźnik stateczności nie powinien być mniejszy od jedności. Warunek (1) implikuje diametralnie odmienne (od tradycyjnie stosowanego) podejście do oceny stateczności, w którym obliczenia wykonywano z uwzględnieniem charakterystycznych wartości oddziaływań i reakcji gruntu, a wymagany zapas stateczności osiągało poprzez przyjmowanie odpowiednio wysokiej wartości dopuszczalnej F_{dop} . Wartość ta, według polskich przepisów, w przypadku skarp nasypów drogowych o wysokości powyżej 5 m wynosi: $F_{dop} = 1,50$.

Zapisy Eurokodu 7 pośrednio wprowadzają warunek, że nie jest dopuszczalne w obliczeniach stateczności przyjmowanie braku sił poziomych między blokami. Wyklucza to stosowanie do analizy stateczności skarp popularnej metody Felleniusa, jak również wersji metody Janbu, w której rozpatruje się tylko pionowe reakcje między blokami. Z uwagi na to ograniczenie, do dalszych analiz wybrano metodę Bishopa (uproszczoną) [1], która spełnia warunek równowagi momentów sił oraz rzutów sił poziomych (rys. 1). W metodzie tej, wskaźnik stateczności po wprowadzeniu stosownych współczynników częściowych opisuje uogólniony wzór:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n \gamma_{R,e} \left[\frac{c_{k,i} b_i}{\gamma_c} + (\gamma_G W_{k,i} + \gamma_G G_{k,i} + \gamma_Q Q_{k,i} - u_{k,i} b_i) \frac{\tan \phi_{k,i}}{\gamma_\phi} \right]}{\sum_{i=1}^n (\gamma_G W_{k,i} + \gamma_G G_{k,i} + \gamma_Q Q_{k,i}) \sin \alpha_i \left(1 + \tan \alpha_i \frac{\tan \phi_{k,i}}{\gamma_\phi F} \right) \cos \alpha_i} \quad (3)$$

w którym:

$c_{k,i}$ – wartość charakterystyczna spójności gruntu zalegającego w podstawie i -tego bloku,

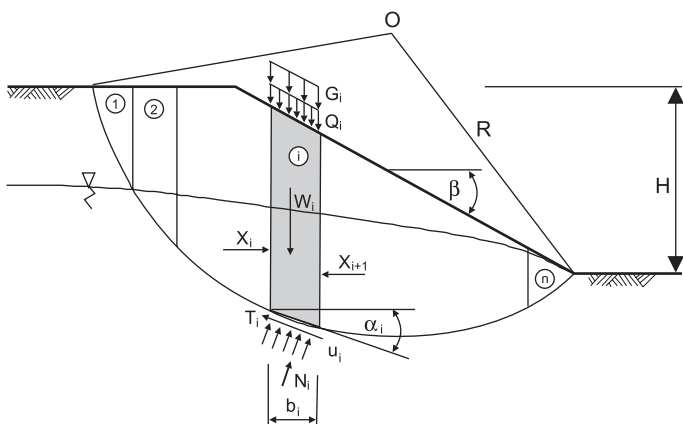
$\phi_{k,i}$ – wartość charakterystyczna kąta tarcia wewnętrznego gruntu zalegającego w podstawie i -tego bloku,

b_i – szerokość i -tego bloku,

α_i – kąt nachylenia podstawy i -tego bloku do poziomu,

$W_{k,i}$ – charakterystyczna wartość ciężaru i -tego bloku,

- $G_{k,i}$ – charakterystyczna wartość obciążenia stałego działającego na i -ty blok,
 $Q_{k,i}$ – wartość charakterystyczna obciążenia zmiennego działającego na i -ty blok.



Rys. 1. Schemat metody Bishopa (uproszczonej)

Jest to wzór uogólniony do zastosowania w każdym z czterech podejść obliczeniowych, w których stosuje się różne kombinacje współczynników częściowych, zgodnie z tabelą 1.

- W podejściu obliczeniowym 1 kombinacja 1 (DA1-1) należy zwiększyć wartości sił destabilizujących oraz obciążeń zewnętrznych, mnożąc je przez stosowne wartości częściowych współczynników γ_G i γ_Q , natomiast wartości sił oraz oddziaływań utrzymujących nie są modyfikowane, podobnie jak wartości charakterystyczne parametrów wytrzymałości gruntów nie są również redukowane.
- W podejściu 1 kombinacja 2 (DA1-2) należy zwiększyć wartości obciążeń zewnętrznych oraz zmniejszyć wartości parametrów wytrzymałości, dzieląc je przez stosowne wartości współczynników częściowych γ_ϕ i γ_c .
- W podejściu 2 (DA2), podobnie jak w podejściu 1 kombinacji 1, stosuje się odmienne parametry częściowe do oddziaływań oraz sił utrzymujących i destabilizujących, ale nie zmniejsza się charakterystycznych wartości parametrów wytrzymałości. Redukcji podlegają opory ścinania na powierzchni poślizgu (dzieli się je przez współczynnik $\gamma_{R,e}$).
- Podejście 3 (DA3) jest bardzo podobne do podejścia 1 kombinacji 2. Jediną różnicą jest traktowanie wszystkich oddziaływań na podłożu jako oddziaływania geotechniczne, co sprowadza się do przyjmowania charakterystycznych wartości stałych obciążeń zewnętrznych, stosując $\gamma_G = 1,0$. Obciążenia zmiennie zewnętrzne należy przemnożyć przez współczynnik $\gamma_Q = 1,3$.

Obliczenia numeryczne stateczności skarp w ujęciu Eurokodu 7

Podejście 1 kombinacja 1 oraz podejście 2 nastroczają znaczne problemy z ich aplikacją do obliczeń numerycznych, związanych z koniecznością zastosowania odmiennych wartości współczynników częściowych do oddziaływań destabilizujących oraz utrzymujących. Stosowane w praktyce inżynierskiej programy komputerowe z reguły nie pozwalają na zastosowanie odpowiednich współczynników częściowych.

W szeregu wytycznych do projektowania według Eurokodu 7 (por. [2] ÷ [4]) podane są różne sposoby omińnięcia tych niedogodności. Wytyczne [2] zalecają w podejściu obliczeniowym 1 kombinacji 1 – przemnożenie ciężaru objętościowego gruntu przez współczynnik częściowy $\gamma_G = 1,3$ oraz przyłożone obciążenia przez $\gamma_Q = 1,5$. Wytyczne [3] odradzają stosowanie tego podejścia argumentując, że zmienność parametrów wytrzymałościowych gruntów ma większy wpływ na wystąpienie osuwiska, niż zmienność wielkości oddziaływań (obciążeń).

Ze względu na istniejące ograniczenia programów komputerowych wytyczne projektowania podają do podejścia obliczeniowego 2 kilka innych, niż Eurokod 7, sposobów przeprowadzania analizy stateczności. Zaleca się odmienne traktowanie oddziaływań korzystnych (utrzymujących) – stosując $\gamma_{Gfav} = 1,0$ i niekorzystnych (obracających) – stosując $\gamma_G = 1,35$. Wytyczne [2] i [3] zalecają stosowanie $\gamma_G = 1,0$ do wszystkich oddziaływań stałych oraz „uśredniony” współczynnik częściowy do zmiennych obciążeń

$$\gamma_{Q/G} = \frac{\gamma_Q}{\gamma_G} = \frac{1,5}{1,35} = 1,11. \text{ Pominięte współczynniki częściowe}$$

w przypadku obciążeń niekorzystnych ($\gamma_G = 1,35$ oraz oporu na ścinanie na powierzchni $\gamma_{R,e} = 1,1$) uwzględnia się po prawej stronie warunku (1), zwiększając wartość wymaganą wskaźnika stateczności:

$$F_{dop} = 1,0 \cdot \gamma_G \cdot \gamma_{R,e} = 1,0 \cdot 1,35 \cdot 1,10 = 1,485.$$

Prostszy sposób do podejścia obliczeniowego 2 podają wytyczne [2], zalecając traktowanie ciężaru objętościowego gruntu jako oddziaływanie wyłącznie niekorzystne, mnożąc go przez współczynnik $\gamma_G = 1,35$, a wszystkie obciążenia zewnętrzne mnożąc przez współczynnik $\gamma_Q = 1,5$. Współczynnik oporu na ścinanie na powierzchni $\gamma_{R,r} = 1,10$ uwzględnia się po prawej stronie warunku (1), zwiększając wartość wymaganą wskaźnika stateczności:

$$F_{dop} = 1,0 \cdot \gamma_{R,e} = 1,0 \cdot 1,10 = 1,10.$$

Przyjmowane sposoby omińnięcia problemów obliczeń numerycznych wypaczają jednak zasady podane przez Eurokod 7 i nie pozostają bez wpływu na wyniki obliczeń.

Podsumowanie

Ocena stateczności drogowych budowli ziemnych stanowi jedną z głównych przesłanek oceny ich bezpiecznej eksploatacji. Wartość podstawowego parametru oceny stateczności – wskaźnika stateczności może być zróżnicowana w odniesieniu do tego samego zadania, w zależności od zastosowanej metody. W kraju po roku 2010, zgodnie z decyzją Komisji Europejskiej, obowiązującymi powinny pozostać jedynie Eurokody oraz normy z nimi zharmonizowane. Eurokod 7 wprowadza nowe podejścia do problematyki rozwiązywania problemów inżynierskich z zakresu geotechniki, w tym do analizy stateczności skarp. Podane w nim zalecenia i wytyczne dotyczące metod analizy stateczności nie analizują jednak kryteriów doboru podejść obliczeniowych oraz wytycznych interpretacji wyników.

Zamiast tracić czas na bezsensowne i nieraz „zacięte” dyskusje (prowadzone głównie przez dealerów) pojawiające się

na łamach czasopism technicznych, na temat przyjmowanych do tej pory zakresów wartości liczbowych wskaźników stateczności skarp nasypów drogowych i autostradowych, modeli obliczeniowych, czy sposobów ich zabezpieczenia, należało by wdrażać teksty Eurokodów do praktyki inżynierskiej.

W anonsowanym następnym artykule przeprowadzona zostanie analiza i dyskusja wymienionych w niniejszym artykule podejść obliczeniowych. Będzie ona bazować na przykładach pochodzących z praktyki inżynierskiej i wykorzystywać do obliczeń własny, autorski program *SMB* (unikatowy obecnie w skali kraju), w którym przyjmuje się algorytmy w pełni zgodne z wytycznymi podejść obliczeniowych Eurokodu 7, z uwzględnieniem wszystkich czterech podejść obliczeniowych. Przeprowadzona w następnym artykule dyskusja wyników analiz stateczności skarp nasypów drogowych, posadowionych na zróżnicowanych typach podłoża gruntowego, pozwoli na porównanie uzyskanych wyników. Autorzy wykażą, że poszczególne podejścia nie są równoważne. Ich wybór powinien być powiązany z programem badań geotechnicznych przewidzianym przy danej inwestycji, przekładającym się na stopień rozpoznania warunków geotechnicznych.

Bibliografia

- [1] Bishop A. W., *The use of the slip circle in the stability analysis of slopes*, Geotechnique, 1955, no 5, pp. 7-17
- [2] Bond A., Harris A., *Decoding Eurocode 7*. Taylor & Francis Group, London, 2008
- [3] Frank R. et al., *Designers' guide to EN 1997-1: Eurocode 7*. Thomas Telford, London, 2004
- [4] Simpson B., Driscoll R., *Eurocode 7 a commentary*. CRC Ltd., London, 1998
- [5] Stilger-Szydło E., *Posadowienia budowli infrastruktury transportu lądowego. Teoria – Projektowanie – Realizacja*. Wrocław, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, 2005
- [6] PN-EN 1997-1: 2008/AC: 2009 Eurokod 7 – Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne
- [7] PN-EN 1997-2: 2009 Eurokod 7 – Projektowanie geotechniczne – Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego
- [8] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 14 maja 1997 r. w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących autostrad płatnych. Dz. U. z dnia 19 czerwca 1997 r., nr 62, poz. 392
- [9] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie. Dz. U. z dnia 14 maja 1999 r., nr 43, poz. 430

100 lat to za mało... 150 by się zdało!

W dniu 27 sierpnia 2009 r. Pan Izidor Dyczkowski z Międzyrzecza Podlaskiego ukończył 100 lat!

Kolega Izidor urodził się 27 sierpnia 1909 r. we wsi Żelizna, w powiecie radzyńskim. W latach 1925–1928 uczęszczał do Technicznej Szkoły Kolejowej w Baranowiczach (obecnie zachodnia Białoruś). Pierwszą pracę jako praktykant podjął w dziale technicznym Oddziału Drogowego w Baranowiczach, wileńskiej Dyrekcji PKP. Potem, do lutego 1931 r., był zatrudniony w Biurze Melioracyjnym Lubelskiego Urzędu Wojewódzkiego w charakterze pracownika kontraktowego, po czym powołany został do odbycia służby wojskowej. Po powrocie z wojska pracował w Powiatowym Zarządzie Dróg w Stonimiu (Białoruś), skąd powrócił w rodzinne strony, do Radzyna Podlaskiego. Tu pracował w Powiatowym Zarządzie Dróg, a następnie został zastępcą dyrektora Rejonu Eksploatacji Dróg Publicznych w Międzyrzeczu Podlaskim. Na emeryturę odszedł w 1974 r. Z nieukrywanym sentymentem wspomina ogromne zaangażowanie i wysiłek z jakim realizowano przebudowę ulic w Radzynie Podlaskim, Parczewie, Łukowie i Międzyrzeczu Podlaskim. Efekt tych prac przyniósł mu największą satysfakcję zawodową. Pod jego okiem wiedzę i praktykę zdobyło wielu drogowców, niektórzy z nich pracują jeszcze do dziś.

Na pytanie, jak dożyć tak szacownego wieku i w takiej formie? Kolega Izidor podkreśla, że nie koniecznie trzeba stronić od zabawy, a nawet mocniejszych trunków, choć należy zachować we wszystkim umiar. Śniadania jadał zawsze między godziną 8 a 9, podczas przerwy w pracy. Potem wyruszał w teren, zabierając kanapkę i jabłko, a po powrocie do domu (około 18.00) był czas na obiadokolację. I to wszystko i więcej nic. Właściwie to nie czuję, że oto przeżyłem cały wiek, 100 lat – mówi Pan Izidor. Serce pracuje normalnie, bez problemów, umysł jasny, oby tak dalej. Jedynie nogi nie chcą nosić i coraz częściej odmawiają posłuszeństwa.



Mama Kol. Izidora też dożyła pięknego wieku, zmarła mając 96 lat. Szacowny Jubilat ma dwoje dzieci i tyle samo wnuków. Córka, Anna (Męczyńska po mężu) poszła w ślady taty i przez wiele lat pracowała w różnych jednostkach drogownictwa.

Z powinszowaniami i gratulacjami oprócz rodziny i znajomych przybyła również delegacja drogowców, a wśród nich: Pan Janusz Wojtowicz – Dyrektor lubelskiego Oddziału Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad, Władysław Rawski – Wiceprezes Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej, Zbigniew Mitura – Prezes Lubelskiego Oddziału SITK RP i Przewodniczący Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa, Andrzej Mroczek – Kierownik Rejonu puławskiego GDDKiA Oddział w Lublinie, Krzysztof Szkodziński – Kierownik Rejonu GDDKiA w Międzyrzeczu Podlaskim oraz Jan Waszczuk pracownik tego rejonu. Przybyła również ekipa telewizji lubelskiej. Rozmowom i wspomnieniom nie było końca.

Kiedy wjechał tort urodzinowy i szampan, gromkim głosem zaśpiewano: 100 lat to za mało... 150 by się zdało!

Szacowany Jubilat oprócz życzeń i gratulacji otrzymał Złotą z Diamentem Odznakę Honorową Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji RP (najwyższe odznaczenie Stowarzyszenia) wraz z dyplomem okolicznościowym oraz medal pamiątkowy wybitny na 190-lecie centralnej administracji drogowej.

Zespół redakcyjny miesięcznika DROGOWNICTWO składa Drogiemu Jubilatowi najserdeczniejsze życzenia wszelkiej pomyślności i długich lat życia w pełni zdrowia i wśród Najbliższych Jego sercu.

Opracował: **Władysław Rawski**